مجلّه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی نوزدهم، پاییز و زمستان ۱۳۹۱

بررسی و تحلیل پدیده‌ی سرمازدگی شدید بهاره باغ‌های پسته در استان یزد

کمال امیدوار (دانشیار اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد، نویسنده‌ی مسؤول)
Komidvar@yazduni.ac.ir
زهرا دهقان بنادکی (کارشناس ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه یزد)

چکیده

پسته یکی از مهم‌ترین اقلام صادراتی ایران است که بیش از ۲۳٪ از ارزش کل صادرات غیر نفتی ایران را به خود اختصاص داده است. استان یزد پس از استان کرمان بزرگ‌ترین استان پسته‌خیز ایران محسوب می‌شود. از آنجایی که پدیده‌ی سرمازدگی، به ویژه سرمازدگی شدید بهاره، به باغ‌های پسته این منطقه خسارت زیادی وارد می‌کند، بررسی سرمازدگی در این استان ضروری می‌باشد، زیرا آگاهی از این پدیده و تاریخ‌های احتمالی وقوع آن به پسته‌کاران در جلوگیری و کاهش خسارات ناشی از سرمازدگی کمک می‌کند. هدف از انجام این پژوهش، بررسی و تحلیل سرمازدگی شدید بهاره باغ‌های پسته و پهنه‌بندی آن در استان یزد است. به این منظور، از آمار روزانه‌ی کمینه دما ۱۶ ایستگاه هواشناسی استان و هم‌جوار آن طی دوره‌ی آماری مشترک ۱۸ ساله(۱۳۷۲-۱۳۸۹) استفاده شده است. به منظور پهنه‌بندی شدت سرمازدگی بهاره پسته، تعداد روزهای دارای سرمازدگی هر ایستگاه درسه آستانه ضعیف (۱ تا ۱- درجه سلسیوس)، متوسط (۱/۱- تا ۳- درجه سلسیوس) و شدید (۳- درجه سلسیوس و کمتر) به وسیله‌ی نرم افزار SPSS شمارش و پس از بررسی رابطه‌ی تعداد روزهای سرمازدگی با ارتفاع، نقشه‌های هر پهنه‌ی سرمازدگی در محیط Arc GIS ترسیم شد. همچنین برای آگاهی از تاریخ پایان سرمازدگی بهاره پسته در استان، تاریخ‌های افت دما به آستانه‌های ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس به عنوان دماهای مؤثر بر پسته در مرحله گل‌دهی، استخراج و نقشه‌های پهنه‌بندی آن نیز ترسیم گردید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، باغ‌های پسته تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه‌ی استان در بهار به غیر از ایستگاه‌های طبس و بافق، سرمازدگی ضعیف و بقیه‌ی ایستگاه‌ها سرمازدگی ضعیف، متوسط و شدید را تجربه می‌کنند. بنابراین جنوب و جنوب غرب(ایستگاه-

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۸/۱

های دهشیر، مروست، اشکذر، اردکان، بهادران) از نظر وقوع شدّت سرمازدگی، به‌ویژه سرمازدگی شدید بهاره پسته، منطقه‌ی پرخطری برای فعالیت‌های کشاورزی به خصوص باغ-های پسته می‌باشد. تاریخ افت دما به میزان ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس نشان‌دهنده‌ی آن است که به‌طور متوسط و به تفکیک شهرستان، افت دماهای ۱ درجه از چهارم تا نهم فروردین-ماه، دمای صفر درجه از سوم تا هشتم فروردین و ۱- درجه سلسیوس از دوم تا نهم فروردین در استان یزد به پایان می‌رسد.

کلیدواژه‌ها: سرمازدگی شدید، تحلیل آماری، باغ‌های پسته، پهنه‌بندی، استان یزد.

درآمد

رشد و عملکرد گیاهان زراعی، تابعی از کلیه عوامل محیطی و آثار متقابل آن‌هاست. این عوامل شامل عوامل آب‌وهوایی، رطوبت خاک و غیره می‌شوند که بسته به مقدار آن‌ها در محیط رشد و نموّ گیاهان افزایش یا کاهش می‌یابد. از میان این عوامل، دما به عنوان مهم‌ترین متغیر هواشناسی است که بیش‌ترین تأثیر را بر کشاورزی دارد. نوسانات و افت وخیزهای نابه‌هنگام دمایی که اغلب دور از انتظار است، باعث غافل‌گیری و بروز خسارات سنگین می‌شود. سرمازدگی محصولات زراعی و باغی در سطح جهان، به عنوان یکی از تنش‌های محیطی، همواره مورد توجّه بوده است. با توجه به اینکه بیش‌تر وسعت کشور را اقلیم خشک و فراخشک تشکیل داده، پدیده‌ی سرمازدگی در کشور غالب است و به همین دلیل، پدیده‌ی سرمازدگی محصولات کشاورزی در رده‌ی حوادث غیرمترقّبه دسته‌بندی شده و سالیانه میلیاردها تومان خسارت به اقتصاد کشور وارد می‌کند(دشتکیان، ۱۳۸۶).

استان یزد با داشتن ۴۰ هزار و ۲۵۰ هکتار باغ‌های پسته بعد از کرمان به عنوان یکی از مناطق عمده‌ی تولید پسته، در برخی سال‌ها شاهد وقوع سرمازدگی بهاره می‌باشد که خسارات زیادی را به بخش کشاورزی منطقه وارد می‌سازد. برای بررسی بهتر پدیده‌ی سرمازدگی بهاره‌ی پسته لازم است نوع و شدت آن تعیین شود(سجادی‌پور، ۱۳۸۸).

تام و شاوا[1](۱۹۸۵) با مشخص نمودن تاریخ وقوع سرمازدگی‌ها در منطقه‌ی ایوا، نشان دادند که تاریخ‌های وقوع اولین سرماهای پاییزه و آخرین سرماهای بهاره در عین تصادفی بودن کاملاً مستقل‌اند و می‌توان دوره‌ی بازگشت آن را برای هر گیاه زراعی تعیین کرد. کارپیرو[2] (۱۹۶۱) تاریخ وقوع آخرین سرمازدگی در بهار را در منطقه‌ی مونتانا تخمین زد. کرافورد[3] (۱۹۶۵) اثر انواع بخاری باغی را در کاهش خسارت سرمازدگی درختان میوه مطالعه کرده است. باندوناس[4] و همکاران (۱۹۷۸) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند، که برای اکثر نقاط استرالیا وقوع سرمازدگی در دمای ۶ درجه سلسیوس بسیارکم و در دمای کم‌تر از صفر زیاد است. لویت[5] (۱۹۸۰) معتقد است که چنانچه دمای هوا بیش‌تر از صفر درجه و کم‌تر از ۱۵-۱۰ درجه سلسیوس باشد گیاه تحت تأثیر تنش سرمازدگی است.

وایت‌ساید[6] و همکاران(۱۹۸۸) یخبندان‌ها را به دو نوع فرارفتی و تابشی تقسیم کرده و به این نتیجه رسیده که یخبندان فرارفتی برای محصولات باغی خسارت‌بارتر است. آرون و گات[7] (۱۹۹۱) با ترسیم منحنی‌های ریسک سرمازدگی، احتمال وقوع آن را در فلسطین بررسی نموده‌اند. رودریگو[8] (۲۰۰۰) تأثیر یخبندان‌های دیرس بهاره بر روی اندام‌های زاینده درختان میوه مناطق معتدل را مورد مطالعه قرار داده است. شفینگر[9] و همکاران (۲۰۰۳) روند یخبندان‌های بهاره و تاریخ‌های فنولوژی در اروپای مرکزی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در دهه‌های اخیر یخبندان‌های بهاره زودتر از مراحل فنولوژیکی اتفاق افتاده است. لاری و کارلوس[10] (۲۰۰۵) اثر سرمازدگی بر محصول هلو و شلیل را تحت شرایط اقلیمی مختلف بررسی نموده‌اند. سامیشما[11] و

1-Tom & Show
2-Carpiro
3-Crawford
4-Bandonas
5-Levit
6-WhiteSide
7 -Aron & Gat
8 -Rodrigo
9-Scheifinger
10 -Lurie & Carlos
11-Sameshima

همکاران(۲۰۰۷) خطر ریسک یخبندان در محصول سویا در ژاپن را بررسی کـرده و بـا اسـتفاده از یک‌شبکه‌ای آن را به صورت نقشه بر اساس احتمال وقوع خطر سرمازدگی نشان داده‌اند. خوخرو[1] و همکاران(۲۰۰۷) اثرات طول مدت یخبندان‌های بهـاره را بـر روی محصـول‌دهـی پیـاز بررسـی کرده‌اند.

هاشمی (۱۳۴۸) برای اوّلین بار در داخل کشـور سـری هـای زمـانی شـروع و خاتمـه‌ی سـرما و یخبندان را برای چهار آستانه‌ی حرارتی در تهران تحلیل کرد. کمالی (۱۳۶۸) بـه بررسـی نفـوذ تـوده‌ی هوای سرد قطبی و خسارت وارده به محصولات کشاورزی در شمال خراسـان پرداختـه اسـت. براتـی (۱۳۷۵) به طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان‌های بهاره ایران پرداخت وی با توجه بـه ۶۲ مورد یخبندان بهاره طی ۲۰ سال به این نتیجه رسید که همه‌ی یخبندان‌های مورد مطالعه از نـوع انتقـالی بوده و جابه‌جایی سیستم‌های فشار از عرض بالاتر و بر خلاف جهت عقربه‌های ساعت به یخبندان‌هـای شدید و بر عکس جابه‌جایی از عرض‌های پایین‌تر و در جهت عقربـه‌هـای سـاعت بـه یخبنـدان‌هـای ضعیف منتهی می‌شود. کریمی (۱۳۷۸) به بررسی موضوع سرما و یخبندان و روش‌های حفاظت گیاهان در مقابل سرما پرداخته و عوامل مؤثر در وقوع سرمازدگی را ارزیابی کرده است. جوان شـاه و همکـاران (۱۳۷۹) در تحقیقی با عنوان، تأخیر اندازی گل‌دهی پسته به منظور مقابله بـا سـرمازدگی بهـاره، بـه ایـن نتیجه رسیدند، که به کار بردن روغن سویا بر روی درختان رقم کله قوچی تأثیری بر تأخیرانـدازی گـل- دهی ندارد ولی پکلوبوترازول بر روی رقم اوحدی موجب تأخیر در گل‌دهی می‌شـود. خلجـی (۱۳۸۰) در تحقیقی با عنوان، پیش‌بینی سرمای دیرس بهاره و یخبندان زودرس پاییزه برای برخی گیاهان زراعـی و باغی در استان چهارمحال‌وبختیاری، با توجّه به مناسب‌ترین توزیع آماری، احتمال وقوع دوران سرما و یخبندان برای نقاط مختلف اسـتان را مشـخص و ارائـه کـرده اسـت. بهیـار(۱۳۸۲) در بررسـی پدیـده سرمازدگی در استان چهارمحال‌بختیاری و با انجام محاسبات نشان داد که میـزان گرمـای هـدر رفتـه در لحظه سرمازدگی، حدود ۷۱ برابر میزان گرما در حالت عادی بوده است. جهانگیری و همکاران (۱۳۸۴) به مطالعه تأثیرات سرمازدگی بر محصول پسته در استان کرمان پرداخته‌اند و به این نتیجه رسـیده‌انـد کـه احتمال وقوع سرمازدگی در بافت بیش‌تر و در سیرجان کم‌تر است. سرمازدگی باعث می‌شود کـه گـل-

1- Khokhar

های درخت توانایی باروری خود را از دست داده و شروع به ریزش کنند. حسین‌نیا و همکاران (۱۳۸۴) به بررسی درجه حرارت های بحرانی از لحاظ سرمازدگی در مراحل مختلف گل‌دهی درختان میوه مناطق معتدل ایران پرداخته‌اند. مهربان و غریب عشقی (۱۳۸۴) در تحقیقی دریافتند که می‌توان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) مناطق مستعدّ سرمازدگی را مشخص کرد. ضیایی و همکاران (۱۳۸۵) با بررسی وقوع کمینه‌ی دما در استان فارس، خطر وقوع سرمازدگی را از طریق تهیه اطلس نشان داده‌اند. خسروی و همکاران (۱۳۸۷) به پهنه‌بندی اثر خطر سرمازدگی دیرس بر روی باغات در شهرستان مه‌ولات پرداخته‌اند و با استفاده از نقشه‌های سه منطقه‌ی پرخطر، خطر و کم‌خطر در شهرستان را شناسایی کرده‌اند. استفاده از این نقشه‌ها راه‌های پیش‌بینی انواع سرمازدگی و شیوه‌های مقابله با آن را در مناطق فراهم کرده است.

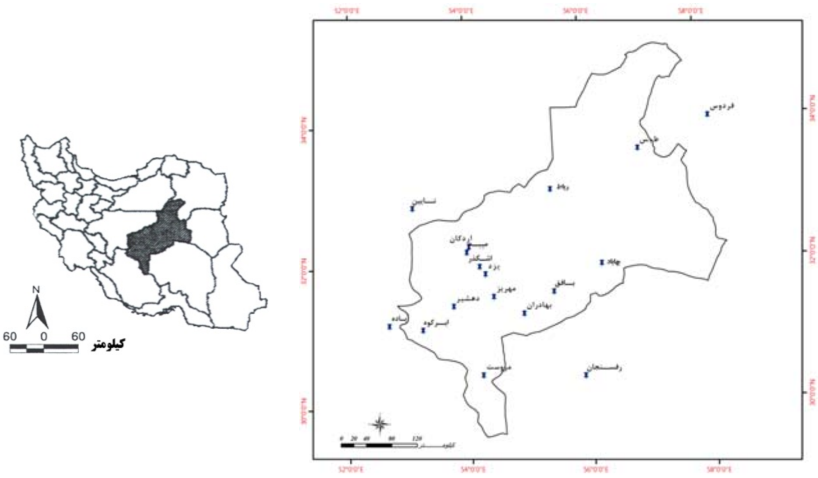
هدف از این پژوهش، بررسی، تحلیل و پهنه‌بندی سرمازدگی شدید بهاره باغ‌های پسته جهت مقابله با آثار زیان‌بار آن در استان یزد است.

داده‌ها و روش‌ها

عوامل محیطی متعددی از جمله متغیرهای جوّی نظیر رطوبت، بارندگی، تابش، دما و باد در رشد و نموّ گیاهان دخالت دارد که در بین آن‌ها عامل دما نقش بسیار مهمی در تولیدات کشاورزی ایفا می‌کند. دما مهم‌ترین عامل در تعیین الگوی کشت در سطح جهان است.

در این تحقیق برای تحلیل و پهنه‌بندی شدت سرمازدگی بهاره باغ‌های پسته در استان یزد و تعیین آستانه‌های مختلف سرمازدگی، از پارامتر کمینه‌ی دمای روزانه، به عنوان مهم‌ترین عامل که نشان‌دهنده‌ی وقوع سرمازدگی در منطقه است، استفاده شده است. برای بررسی شدت سرمازدگی‌های باغ‌های پسته و پهنه‌بندی آن در استان یزد، ۱۶ ایستگاه از داخل استان و استان‌های هم‌جوار برای دقت بیش‌تر مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مورد نیاز از سازمان هواشناسی کشور، استان و شرکت آب منطقه‌ای یزد تأمین شده است. نقشه پراکندگی ایستگاه‌های مورد استفاده و نقشه موقعیت استان یزد در کشور در (شکل۱) و مشخصات آن‌ها در (جدول۱) آورده شده است. طول دوره‌ی آماری مشترک ایستگاه‌های منطقه ۱۸ ساله(۱۳۸۹–۱۳۷۲) و از داده‌های دمای کمینه روزانه‌ی آن‌ها استفاده شده است.

شکل ۱: نقشه پراکندگی ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه و موقعیت استان یزد در کشور



جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

ردیف	نام‌ایستگاه	نوع‌ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا به متر
۱	ابرکوه	سینوپتیک	۵۳° ۱۳´	۳۱° ۰۷´	۱۵۲۳/۸
۲	اردکان	اقلیم‌شناسی	۵۴° ۰۱´	۳۲° ۱۷´	۱۱۰۴
۳	اشکذر	اقلیم‌شناسی	۵۴° ۱۱´	۳۲° ۰۰´	۱۱۴۰
۴	بافق	سینوپتیک	۵۵° ۲۵´	۳۱° ۳۷´	۹۹۱/۴
۵	بهادران	سینوپتیک	۵۴° ۵۵´	۳۱° ۱۹´	۱۴۴۴
۶	دهشیر	اقلیم‌شناسی	۵۳° ۴۴´	۳۱° ۲۸´	۱۸۳۳
۷	طبس	سینوپتیک	۵۶° ۵۷´	۳۳° ۳۶´	۷۱۱
۸	مروست	سینوپتیک	۵۴° ۱۲´	۳۰° ۲۷´	۱۵۴۶/۶
۹	میبد	سینوپتیک	۵۴° ۰۱´	۳۲° ۱۶´	۱۱۰۸
۱۰	یزد	سینوپتیک	۵۴° ۱۷´	۳۱°۵۴´	۱۲۳۷
۱۱	رباط پشت بادام	سینوپتیک	۵۵°۳۳´	۳۳°۱´	۱۲۳۵
۱۲	بهاباد	اقلیم‌شناسی	۵۶° ۲´	۳۱°۵۱´	۱۴۵۶
۱۳	آباده	سینوپتیک	۵۲° ۴۰´	۳۱° ۱۱´	۲۰۳۰
۱۴	رفسنجان	سینوپتیک	۵۵°۵۴´	۳۰°۲۵´	۱۵۸۰/۹
۱۵	فردوس	سینوپتیک	۵۸°۱۰´	۳۴° ۰۱´	۱۲۹۳
۱۶	نایین	سینوپتیک	۵۳°۰۵´	۳۲° ۵۱´	۱۵۴۹

سرمازدگی از گسترده‌ترین و خسارت‌بارترین بلایای طبیعی است، که بر بخش‌های کشاورزی و منابع طبیعی تأثیر زیادی دارد. برای بررسی سرمازدگی، به خصوص شدّت آن، روش‌ها و آستانه‌های دمایی متفاوتی وجود دارد که همگی قراردادی و بر اساس مطالعه مورد نظر و کاربرد آن بوده است. از جمله این تقسیم‌بندی‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

خسروی و همکاران(۱۳۸۷) بر اساس تأثیر سرمازدگی بهاره بر روی باغات پسته، انار و بادام شهرستان مه‌ولات، سرمازدگی را به صورت سرمازدگی ملایم ۱ تا صفر درجه سلسیوس، سرمازدگی شدید کمتر از صفر درجه سلسیوس تقسیم‌بندی کرده است. خلجی (۱۳۸۰) سرمازدگی ملایم صفر تا ۱- درجه سلسیوس، سرمازدگی متوسط ۱- تا ۳- درجه سلسیوس و سرمازدگی شدید را کم‌تر از ۳- درجه سلسیوس تقسیم‌بندی کرده است. همچنین قلی‌پور دمای بحرانی در شرایط آزمایشگاهی، برای مرحله‌ی جوانه بستن پسته ۴- درجه سلسیوس، برای مرحله جوانه در حال باز شدن تا ۲- درجه سلسیوس و برای مرحله گل‌دهی تا ۲+ درجه سانتیگراد تعیین کرده است(قلی‌پور،۱۳۸۳).

بنابراین به منظور بررسی، تحلیل و پهنه‌بندی شدت سرمازدگی در فصل بهار باغ‌های پسته استان در طول دوره آماری مشترک ۱۸ ساله (۱۳۸۹– ۱۳۷۲)، دمای ۱ تا ۱- را سرمازدگی ضعیف، ۱/۱- تا ۳- را سرمازدگی متوسط و ۳/۱- درجه سلسیوس و کم‌تر را به عنوان سرمازدگی شدید در نظر گرفته و تعداد روزهای سرمازدگی، به تفکیک شدت‌های مختلف برای هر ایستگاه، به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS شمارش شده است. همچنین برای آگاهی از تاریخ پایان سرمازدگی بهاره پسته در استان، تاریخ‌های افت دما به ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس به عنوان دماهای مؤثر بر پسته در مرحلهِ گل‌دهی، استخراج و نقشه‌های پهنه‌بندی آن با استفاده از روش میان‌یابی(IDW) (وزن‌دهی فاصلهَ معکوس)، که در این پژوهش نسبت به سایر روش‌های زمین آمار بیش‌ترین دقت و کم‌ترین خطا را داشت، در محیط GIS مورد استفاده قرار گرفته و ترسیم شده است.

بحث

بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده در بخش روش تحقیق، سه نوع شدت متفاوت برای سرمازدگی بهاره باغ های پسته در نظر گرفته شد که پس از شمارش تعداد روزهای سرمازدگی که هر ایستگاه در هر سال تجربه می‌کند، نقشه‌های پهنه‌بندی آن‌ها با استفاده از روش میان‌یابی (IDW) در

محیط نرم‌افزار GIS ترسیم شد (شکل‌های ۲، ۳و ۴). (جدول۲) تعداد روزهای سرمازدگی را به تفکیک شدت‌های مختلف برای ایستگاه‌ها نشان می‌دهد.

جدول۲: تعداد روزهای سرمازدگی بهاره باغ‌های پسته به تفکیک شدت‌های مختلف در برخی از ایستگاه-های مورد بررسی در دوره‌ی آماری مورد نظر(۱۳۸۹- ۱۳۷۲)

ردیف	ایستگاه	ضعیف	متوسط	شدید
		۱تا۱- درجه‌سلسیوس	۱/۱- تا۳- درجه‌سلسیوس	کمتر از۳- درجه‌سلسیوس
۱	ابرکوه	۷	۳	۱
۲	اردکان	۱۲	۶	۲
۳	اشکذر	۲۵	۷	۳
۴	بافق	۲	۰	۰
۵	بهادران	۱۸	۶	۱
۶	دهشیر	۳۱	۵	۴
۷	طبس	۰	۰	۰
۸	مروست	۲۱	۴	۲
۹	میبد	۸	۶	۲
۱۰	یزد۵۰	۱۷	۱	۰
۱۱	یزد۱۸	۴	۰	۰
۱۲	آباده	۷۶	۱۶	۸
۱۳	رفسنجان	۲	۱	۰
۱۴	فردوس	۱۱	۳	۱
۱۵	نایین	۱۸	۵	۱

برای تعیین پایان سرمازدگی بهاره باغ های پسته و افت دمـایی منتخـب نیـز، تـاریخ رخـداد هـر آستانه‌ی دمایی استخراج شد. با توجّه به اینکه این تاریخ‌ها بر اساس تاریخ شمسی بودند، ناگزیر بـه-گونه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است، که قابلیت تجزیه و تحلیل داشته باشند. به همـین منظـور ایـن تاریخ‌ها به روز ژولیوسی تبدیل شدند. بـه‌طـوری‌کـه بـه روز اول فـروردین عـدد ۱۸۰ و بـه روز ۵ اردیبهشت عدد ۲۱۵ داده شد. تاریخ‌های استخراج شده، میانگین، کمینه و بیشینه در (جـدول۳) آورده

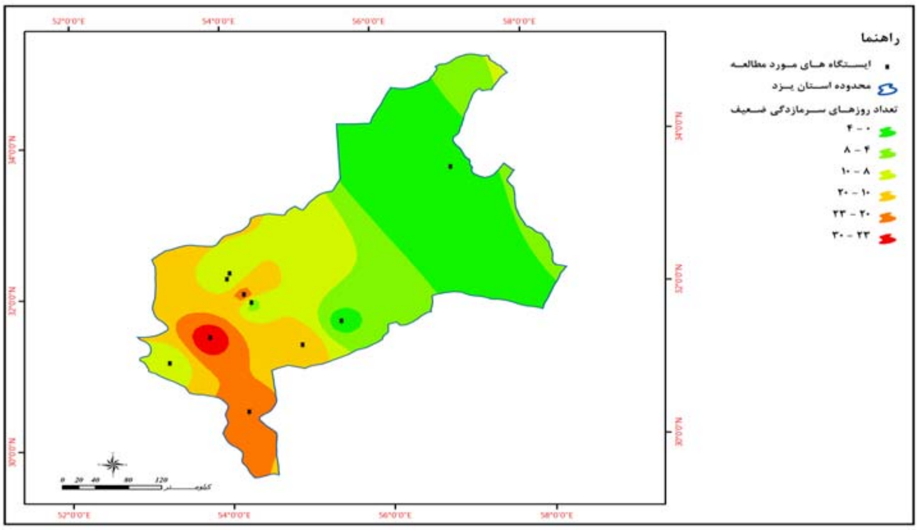
شده است؛ سپس نقشه‌های افت دما به میزان ۱، صفر و ۱– درجه سلسیوس، به عنوان دماهای مؤثر بر پسته در مرحله‌ی گل‌دهی نیز در محیط GIS ترسیم شده است (شکل های ۵، ۶ و ۷).

(شکل۲) پهنه‌بندی سرمازدگی‌های ضعیف(۱ تا ۱– درجه سلسیوس) در سطح استان یزد را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود، بیش‌ترین تعداد روزهای سرمازدگی ضعیف در منطقه مورد مطالعه، متعلّق به ایستگاه دهشیر است. تمام مناطق استان به غیر از طبس، سرمازدگی ضعیف را تجربه می‌کنند. بنابراین به لحاظ سرمازدگی ضعیف باغات پسته، علاوه بر نواحی جنوب و غرب استان، نواحی جنوب غرب نیز بیش‌ترین فراوانی را دارد.

جدول(۳): ویژگی‌های آماری تاریخ افت دما در آستانه‌های دمایی ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس در برخی از ایستگاه‌های منتخب در طول دوره آماری مورد نظر(۱۳۸۹- ۱۳۷۲)

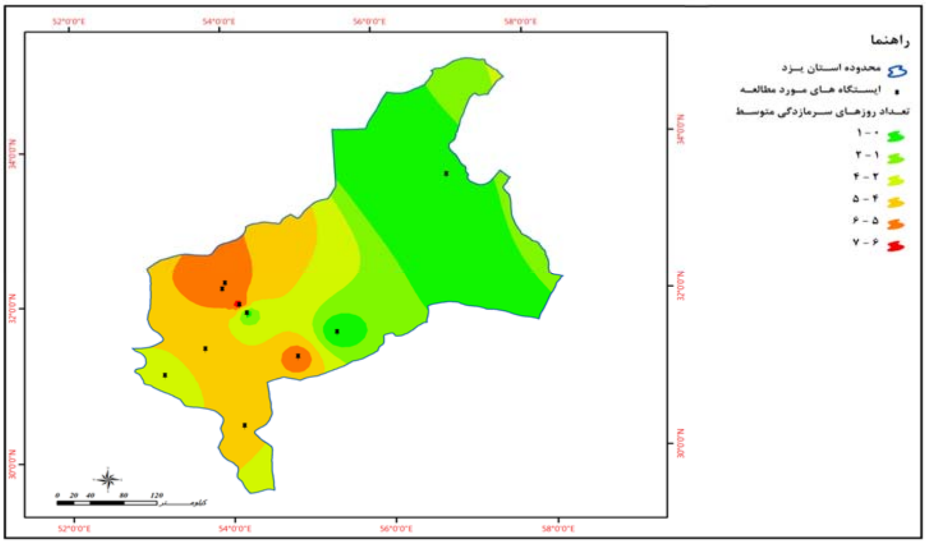
گذر دما	ویژگی آماری	ابرکوه	اردکان	اشکذر	بافق	بهادران	دهشیر	مروست	میبد	یزد
افت دمای ۱	میانگین	۴ فروردین	۹ فروردین	۹ فروردین	۴ فروردین	۷ فروردین	۴ فروردین	۵ فروردین	۷ فروردین	۴ فروردین
	کمینه	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۴ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۲ فروردین
	بیشینه	۸ فروردین	۲۶ فروردین	۲۶ فروردین	۴ فروردین	۲۸ فروردین	۱۱ فروردین	۱۶ فروردین	۱۷ فروردین	۷ فروردین
افت دمای صفر	میانگین	۳ فروردین	۶ فروردین	۸ فروردین	۴ فروردین	۷ فروردین	۴ فروردین	۳ فروردین	۳ فروردین	۴ فروردین
	کمینه	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۴ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۴ فروردین
	بیشینه	۷ فروردین	۱۷ فروردین	۲۳ فروردین	۴ فروردین	۲۸ فروردین	۱۲ فروردین	۸ فروردین	۷ فروردین	۴ فروردین
افت دمای ۱–	میانگین	۲ فروردین	۷ فروردین	۹ فروردین	–	۳ فروردین	۳ فروردین	۳ فروردین	۳ فروردین	–
	کمینه	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	–	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	۱ فروردین	–
	بیشینه	۳ فروردین	۱۷ فروردین	۲۳ فروردین	–	۷ فروردین	۷ فروردین	۷ فروردین	۷ فروردین	–

شکل۲: تعداد روزهای سرمازدگی ضعیف در استان یزد



(شکل۳) پهنه‌بندی سرمازدگی‌های متوسط (۱/۱- تا ۳- درجه سلسیوس) را نشان می‌دهد. سرمازدگی متوسط در جنوب استان(ایستگاه‌های دهشیر، مروست و بهادران) و غرب استان(ایستگاه‌های اشکذر، اردکان و میبد) بیش‌تر اتفاق می‌افتد.

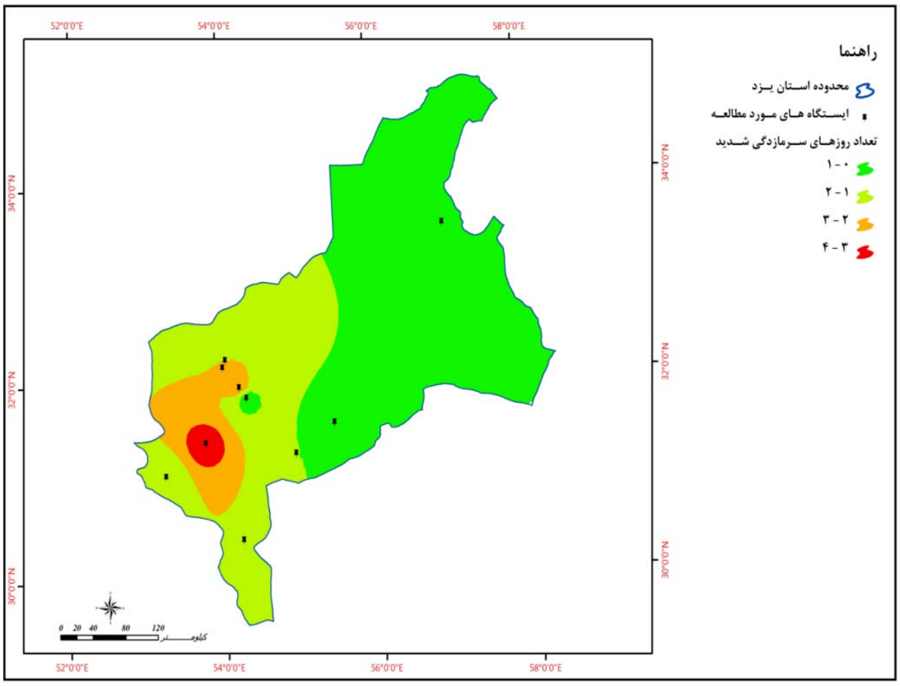
شکل۳: تعداد روزهای سرمازدگی متوسط در استان یزد



در (شکل۴) پهنه‌بندی سرمازدگی‌های شدید باغ های پسته در استان مشـخص شـده اسـت. ایـن سرمازدگی در محدوده‌ی غرب و جنوب غرب بیش‌ترین فراوانی را دارند، به طـوری‌کـه سـرمازدگی شدید(کم‌تر از ۳- درجه سلسیوس) در ایستگاه دهشیر، اشکذر و میبد بیش‌تر رخ می‌دهد.

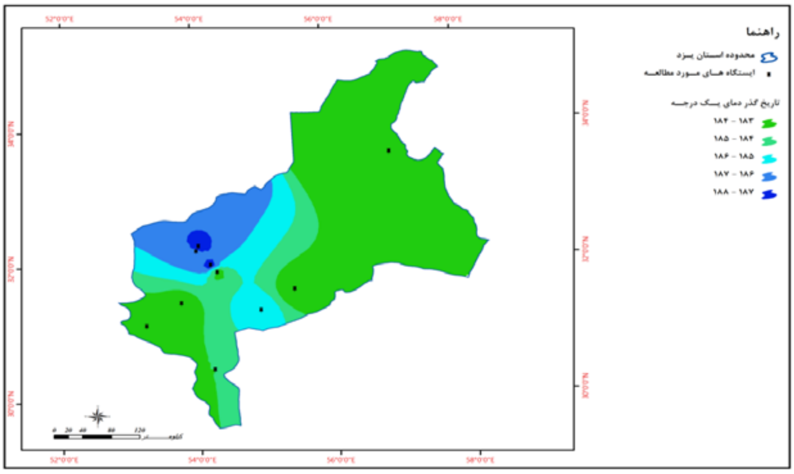
بنابراین جنوب و جنوب غرب(ایستگاه‌های دهشیر، مروست، اشکذر، اردکـان وبهـادران) از نظـر وقوع شدّت‌های مختلف، به ویژه سرمازدگی شدید بهاره پسته ، منطقه‌ی پرخطری برای فعالیت‌هـای کشاورزی، به‌خصوص باغ‌های پسته، می‌باشد.

شکل۴: تعداد روزهای سرمازدگی شدید در استان یزد



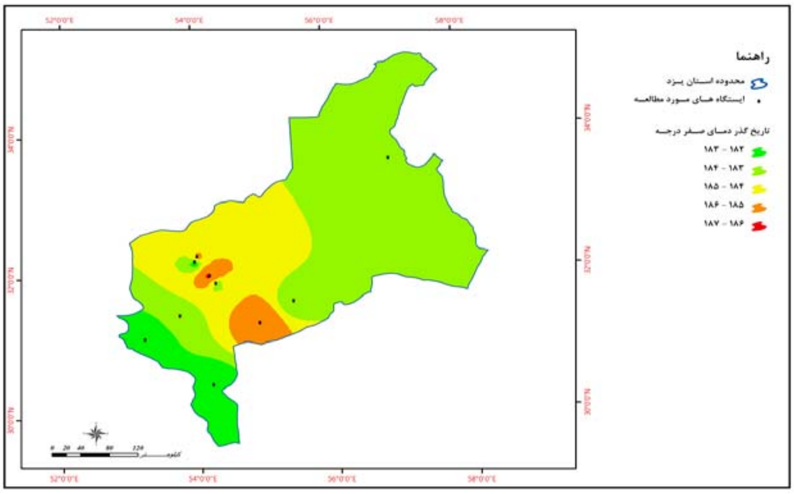
(شکل۵) نشان می‌دهد آخرین رخداد سرمازدگی در منطقه مورد مطالعه در ایستگاه‌هـای ابرکـوه، یزد، مروست و بافق رخ می‌دهد. این مناطق در تاریخ ۴ فروردین افت دمـای ۱ درجـه سلسـیوس را تجربه می‌کنند. طی دوره‌ی آماری ۱۸ ساله مورد مطالعه، تاریخ افت دما به میـزان ۱ درجـه در فصـل بهار در بهادران از ۱ تا ۲۸ فروردین متغیر بوده است. کم‌ترین میزان تغییر به ایستگاه بافق تعلق دارد.

شکل۵: تاریخ افت دمای یک درجه در منطقه مورد مطالعه



(شکل ۶) نشان می‌دهد آخرین رخداد سرمازدگی در منطقه مورد مطالعه در ایستگاه‌های ابرکوه، مروست و میبد رخ می‌دهد. این مناطق در تاریخ ۳ فروردین افت دمای صفر درجه سلسیوس را تجربه می‌کنند. طی دوره‌ی آماری ۱۸ ساله مورد مطالعه افت دمای صفر درجه در بهادران از ۱ تا ۲۸ فروردین متغیر بوده است و کم‌ترین میزان تغییر به ایستگاه بافق تعلق دارد. به هر حال دمای صفر و کم‌تر از آن موجب آسیب رساندن به باغات پسته، که محصول عمده در این مناطق است، می‌شود.

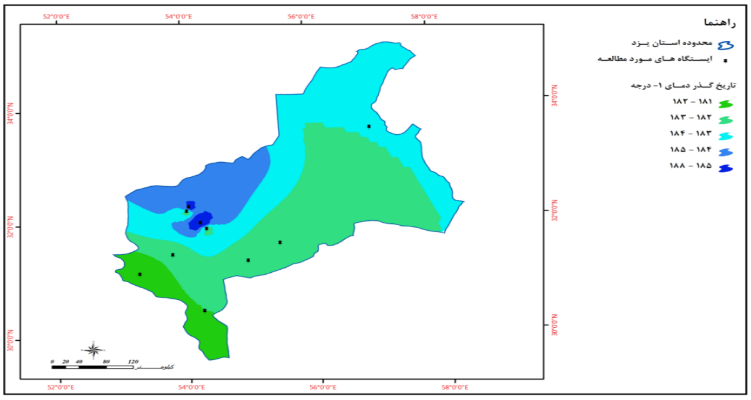
شکل۶: تاریخ افت دمای صفر درجه در منطقه مورد مطالعه



(شکل ۷) نشان می‌دهد ایستگاه ابرکوه زودتر از دیگر مناطق شاهد رخداد دمای ۱–درجه سلسیوس است. این منطقه در تاریخ ۲ فروردین افت دمای صفر درجه سلسیوس را تجربه می‌کند. افت دمای ۱– درجه در اشکذر از ۱ تا ۲۳ فروردین، متغیّر بوده است و کم‌ترین میزان تغییر به ایستگاه ابرکوه تعلق دارد.

نتایج نشان می‌دهد به‌طورمتوسط و به تفکیک شهرستان‌ها، افت دمای ۱ درجه در استان یزد از چهارم تا نهم فروردین‌ماه، افت دمای صفر درجه از سوم تا هشتم فروردین‌ماه و افت دمای ۱–درجه سلسیوس از دوم تا نهم فروردین به پایان می‌رسد.

شکل۷: تاریخ افت دمای ۱– درجه در منطقه مورد مطالعه



جدول۴: تاریخ وقوع آخرین سرمازدگی بهاره باغات پسته و دمای کمینه مطلق آن‌ها در برخی از ایستگاه‌های مورد مطالعه به تفکیک روز (استانداری یزد، ستاد حوادث غیرمترقبه،۱۳۸۸)

ردیف	ایستگاه	۱۳۷۲		۱۳۷۶	۱۳۸۳	۱۳۸۴			۱۳۸۷
		۳ فروردین	۴ فروردین	۱ فروردین	۴ فروردین	۷ فروردین	۱۷ فروردین	۱۸ فروردین	۱۶ فروردین
۱	ابرکوه	۱–	۳/۲–	۱/۲–	۲/۸	۸./–	۴/۸	۱/۸	۷
۲	اردکان	۱/۵	۳/۵–	۱/۵–	۰	۲/۲–	۴	۲	۳
۳	اشکذر	۱/۵	۵–	۱/۵–	۰	۳–	۴	۱–	۱۲
۴	بافق	۲/۲	۰	۲/۴	۸./–	۱/۲	۴/۸	۱/۸	۹
۵	بهادران	۱/۹–	۴/۱–	۲/۱–	۱/۸–	۱/۶–	۳	۴./–	۴
۶	دهشیر	۳/۶–	۵/۸–	۰	۵	۱/۵–	۳	۳	۵
۷	طبس	۲/۸	۴	۶/۴	۸	۳	۹	۷/۲	۱۲/۸
۸	مروست	۲/۵–	۴/۷–	۱/۸–	۴./	۲–	۵	۱/۶	۶./
۹	میبد	۱/۱–	۳/۳–	۱/۳–	۱/۴–	۳–	۴/۴	۱	۴/۴
۱۰	یزد	۱/۴	۸./–	۱/۲	۳/۲	۸./	۴	۳/۲	۸/۶

(جدول ۴) تاریخ وقوع چند مورد از سرمازدگی‌های واقعی بهاره‌ی باغ‌های پسته و دمای کمینه‌ی مطلق آن‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه، به تفکیک روز در طول دوره‌ی آماری مورد نظر در اوایل بهار(فروردین) در منطقه دیده می‌شود، که مؤیّد رخداد سرمازدگی‌های بهاره در استان است. همچنین (جدول ۳) ویژگی‌های آماری تاریخ افت دما در آستانه‌های مختلف دمایی ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس در برخی از ایستگاه‌های استان مشاهده می‌شود، که تأیید کننده‌ی رخداد سرمازدگی‌های واقعی شدید محصول پسته‌ی فروردین‌ماه منطقه است.

نتیجه‌گیری

سرمازدگی یکی از پدیده‌های جوّی است، که از دیرباز باعث خسارت‌های زیادی به محصولات کشاورزی و باغی شده است. این خسارات در مناطق حاشیه‌ی کویر، دارای فراوانی و شدّت بیشتری است. پسته در اقتصاد کشاورزی ایران دارای اهمیت ویژه‌ای است، به‌طوری‌که قسمت اعظم تولید این محصول به خارج از کشور صادر می‌شود و از این طریق درآمد ارزی خوبی برای کشور به همراه دارد. از طرفی سرمازدگی بهاره، هر ساله مقداری از این محصول با ارزش را از بین می‌برد. استان یزد با داشتن ۴۰ هزار و ۲۵۰ هکتار باغ‌های پسته بعد از استان کرمان بزرگ‌ترین استان پسته‌خیز ایران محسوب می‌شود، ولی به علت قرار گرفتن در حاشیه کویرهای بزرگ و محدودیت منابع آب و خاک، این استان همواره در معرض حوادث غیرمترقبه، به ویژه سرمازدگی، قرار گرفته است؛ به‌طوری‌که کم‌ترسالی است که کشاورزان یزدی از خسارت‌های این پدیده‌ی جوّی در امان مانده باشند، اما هنوز هم خطر سرمازدگی باغ‌های پسته با توجّه به نوسان‌های آب‌وهوایی در این استان وجود دارد. به همین علت در این تحقیق سرمازدگی باغات پسته و شدّت آن‌ها با توجه به آستانه دمای ۱ تا ۱- سرمازدگی ضعیف، ۱/۱- تا ۳- سرمازدگی متوسط و ۳/۱- درجه سلسیوس و کم‌تر در این استان بررسی شد. نقشه‌های پهنه‌بندی شدّت سرمازدگی مشخص می‌کند، باغ‌های پسته تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه استان در بهار، به غیر از ایستگاه طبس، ایستگاه یزد و بافق، سرمازدگی ضعیف و بقیه‌ی ایستگاه‌ها سرمازدگی ضعیف، متوسط و شدید را تجربه می‌کنند. تاریخ افت دماهای ۱، صفر و ۱- درجه سلسیوس نیز نشان می‌دهد به طور متوسط وبه تفکیک استان، تاریخ افت دمای ۱ درجه در

استان یزد از چهارم تا نهم فروردین‌ماه، تاریخ افت دمای صفر درجه در استان یزد از سوم تا هشتم فروردین‌ماه و تاریخ افت دمای ۱- درجه سلسیوس از دوم تا نهم فروردین به پایان می‌رسد.

نتایج حاصل از (جدول۴) که تاریخ رخداد چند مورد از سرمازدگی‌های شدید واقعی بهاره (فروردین‌ماه) باغ‌های پسته و دمای کمینه مطلق آن‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه به تفکیک روز در طول دوره آماری مورد نظر را نشان می‌دهد، کاملاً با این نتایج هماهنگ است.

کتابنامه

۱. استانداری یزد، ستاد حوادث غیرمترقبه.(۱۳۸۸). گزارش نهایی میزان خسارات ناشی از حوادث غیرمترقبه به کشاورزی استان یزد.

۲. براتی، غلامرضا. (۱۳۷۵). «طراحی و پیش‌بینی الگوهای سینوپتیک یخبندان‌های بهاره ایران». رساله دکتری اقلیم شناسی. دانشگاه تربیت مدرس.

۳. بهیار، محمدباقر. (۱۳۸۲). «بررسی پدیده سرمازدگی دراستان چهارمحال بختیاری ازدیدگاه همدیدی ودینامیکی». *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*.ص ۶۹.

۴. جوان‌شاه، امان‌اله. کاظم ارزانی. یحیی دهقانی و پائولا کاپلینی.(۱۳۷۹). «تأخیراندازی گل‌دهی پسته به منظور مقابله با سرمازدگی بهاره». *پژوهش و سازندگی*. ۴.صص ۱۸-۲۱.

۵. جهانگیری، زهره.غلامعلی کمالی. کیوان نوحی و مهناز احمدی نمین. (۱۳۸۴). «تأثیرات سرمازدگی بر محصول پسته وراهکارهای مقابله با آن، (استان کرمان)». *مجموعه مقالات همایش علمی وکاربردی راه‌های مقابله با سرمازدگی یزد*.صص ۳۱۱-۳۱۶ .

۶. حسین‌نیا، محمود.علیرضا راحمی و جعفر شهامتی فرد.(۱۳۸۴). «بررسی درجه حرارت‌های بحرانی از لحاظ سرمازدگی در مراحل مختلف گل‌دهی درختان میوه مناطق معتدله». *مجموعه مقالات همایش علمی و کاربردی راه‌های مقابله با سرمازدگی*.

۷. خسروی، محمود. مجیدحبیبی نوخندان ورضا اسماعیلی.(۱۳۸۷). «پهنه‌بندی اثرسرمازدگی دیررس بر روی باغات شهرستان مه‌ولات». *مجله جغرافیا وتوسعه*. ۱۲.صص ۱۴۵-۱۶۲.

۸. خلجی، مهدی.(۱۳۸۰). «پیش‌بینی سرمای دیررس بهاره و یخبندان زودرس پاییزه برای تعدادی از گیاهان زراعی و باغی در استان چهار محال و بختیاری». *نشریه تحقیقات نهال و بذر*. ۱۷(۲).صص ۱۲۶-۱۳۹.

۹. دشتکیان، کاظم. (۱۳۸۶). «بررسی میزان و شدت سرمازدگی محصولات مهم زراعی و باغی، (یخبندان) در مناطق مختلف آب و هوایی استان یزد». سازمان جهاد کشاورزی استان یزد.صص۲–۸.
۱۰. سجادی‌پور، سید جمال.(۱۳۸۸).« گزارش خسارات ناشی از سرمازدگی محصولات باغی در استان یزد». سازمان جهاد کشاورزی استان یزد. واحد باغبانی.
۱۱. ضیایی، علیرضا و همکاران. (۱۳۸۵). «تعیین اطلس وقوع کمینه دمای استان فارس با استفاده از آمار هواشناسی». *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*. ۱۰.(۳).صص۱۳–۲۶.
۱۲. قلی‌پور، یوسف. (۱۳۸۳). «مطالعه آزمایشگاهی و مزرعه‌ای سرمازدگی جوانه و گل‌های پسته در ارقام قزوینی و اوحدی». *پژوهش‌نامه کشاورزی و منابع طبیعی قزوین*. (۱۱).ص۱.
۱۳. کریمی، مهدی.(۱۳۷۸). «روش‌های مقابله با سرما و یخزدگی». دانشگاه صنعتی اصفهان.
۱۴. کمالی، غلامعلی. (۱۳۶۸). «بررسی آماری نفوذ هوای سرد قطبی و خسارات وارده به محصولات کشاورزی شمال خراسان». *نشریه نیوار*. شماره ۵.ص ۱.
۱۵. مهربان، اصغر. امیر غریب عشقی.(۱۳۸۴). «استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، (GIS) در شناسایی مناطق مستعد سرمازدگی». *مجموعه مقالات همایش علمی وکاربردی راه های مقابله با سرمازدگی*. یزد.صص ۱۶۲–۱۷۱.
۱۶. هاشمی، فریدون. (۱۳۴۸). «تجزیه و تحلیل استاتیکی از سرمای تهران، دفتر تحقیقات و بررسی‌های علمی هواشناسی». گزارش سازمان هواشناسی کشور. تهران.

17. Aron, R & Gat, Z.(1991). Estimating chilling duration from daily temperature extremes and elevation in Israel. Climate Research.Vol 11. P 32.
18. Bandonas, A, Georg, J.C &, Gerxer, J.F .(1978)." Thecniques of Fros Prediction and Method of Frost and Cold Protection". WMO Thechol Not. No. 157.p 160.
19. Carpiro, J.M. (1961). A Rational Approach to the Mapping of freeze dates, Bull. Amer. Meteorol soc. 42.pp 703-714
20. Crawford, T.V.(1965).Frost Protection with Machienes and Heaters. Agricultural Meteorology, 6. (28).pp 81-87
21. Khokhar, K. M . Hadley P &. Pearson S . (2007).Effect of cold temperature durations of onion sets in store on the incidence of bolting, bulbing and seed yield,Scientia Horticulturae 112. pp. 16- 22.

22.Levitt, j. (1980). Responses of plants to environmenyal stress, freezing and high temperature stress. New York: Academic press.Vol. p. 497.
23.Lurie. S & Carlos, H. (2005). Chilling injury in peach and nectarine. post harvest biology and technology. 37.pp 195-208
24.Rodrigo, J.(2000).Spring frosts in deciduous fruit trees-mophological damage and flower hardiness. *Scientia harticulturae*. 85.pp155-173.
25.Sameshima,R Hirota, T &, Hamasaki, T.(2007)." Mapping of first-frost-day and risk of frost damage on soybeans". *Journal of Agriculture Meteorology*. 63. (1).pp25-32
26.Scheifinger, H, Menzel A, Koch, E.&, Peter. C.H . (2003).Trends of spring time frost events and phonological dates in Centeral Europe. Theoretical and Applied Climatology. vol. 74.pp 41-51
27.Thom, H.C.& Shaw R.H. (1985).Climatologically Analysis of freeze data for Iowa.Monthly Weather Review 86. P27.
28.Whiteside,S, Gorsey, M, & , Timmer , l.W. (1988).Compandium of citrus dieases APS press.